

Коммунальное хозяйство городов

лее эффективны, что следует учитывать при проведении опытно-промышленных испытаний метода преаммонизации в теплый период года на сооружениях Кочетокского водопровода.

1.Слипченко А.В., Кульский Л.А., Мацкевич Е.С. Современное состояние методов окисления примесей воды и перспективы хлорирования // Химия и технология воды. – 1990. – Т.12, №4. – С.326-349.

2.Линник П.Н. Причины ухудшения качества воды в Киевском и Каневском водохранилищах // Химия и технология воды. – 2003. – Т.25, №4. – С. 384-403.

3.Jan J., Tratnik Mojca. Polychlorinated biphenyls in Residets dround the River Krupa, Slovenia, Yugoslavia // Bull. Environ. Coutam. And Toxicol. – 1988. – №6. – P. 809-814.

Получено 30.10.2006

УДК 628.33

А.Н.КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук

ГКП «Харьвовкоммуночиствод»

Г.И.БЛАГОДАРНАЯ, канд. техн. наук, Т.А.ШЕВЧЕНКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Рассматриваются биологический, физико-химический, электрохимический и химический методы удаления биогенных элементов в очищенной сточной воде.

В неочищенных городских сточных водах содержится в среднем 15-60 мг/л азота, 8-10% которого удаляется при механической и 35-50% при биологической очистке. В биологически очищенных сточных водах содержится до 15-30 мг/л азота преимущественно в виде солей аммония, а также нитритов и нитратов.

Поступление азота в водоемы, особенно вместе с другими биогенными элементами, приводит к эвтрофикации водоемов. Кроме этого, высокие концентрации азота в воде водоемов, особенно в форме нитритов и нитратов, могут вредно влиять на человека, животных, рыб и другие организмы. Поэтому содержание соединений азота в очищенных сточных водах жестко нормируется [1].

Биологический метод очистки сточных вод от соединений азота основан на процессах нитрификации и денитрификации. Процесс нитрификации представляет собой совокупность реакций биологического окисления аммонийного азота до нитритов и далее до нитратов. В ходе денитрификации происходит окисление органических веществ при восстановлении азота нитратов до свободного азота.

Для денитрифицирующих бактерий характерной особенностью является возможность использовать источники энергии или в присутствии кислорода или без него с восстановлением нитратов и образова-

нием азота (N_2). Биологический метод удаления аммонийного азота из сточных вод является наиболее приемлемым в современных условиях.

Биологические процессы глубокой очистки сточных вод от соединений азота можно осуществить двумя способами:

- с использованием биомассы (активного ила), находящейся во взвешенном состоянии;
- с использованием прикрепленной активной биомассы.

В обоих способах могут быть использованы комбинированные и раздельные системы очистки. В комбинированных системах в одном сооружении предусматривается проведение нитрификации и денитрификации, а в раздельных – только нитрификации или денитрификации. В раздельных системах с использованием взвешенной культуры процессы очистки сточных вод от органических веществ, нитрификация и денитрификация осуществляется специфическими илами; после каждой ступени имеется свой вторичный отстойник.

Наиболее часто встречающиеся схемы удаления азота – с различным расположением денитрификационных зон (рисунок). Процесс очистки по данному схематизируется высокими скоростями, легкостью управления и устойчивостью на каждой стадии. Недостатком раздельных систем является наличие дополнительных вторичных отстойников, требующих насосных станций для перекачивания циркулирующего ила из-за перепадов высот.

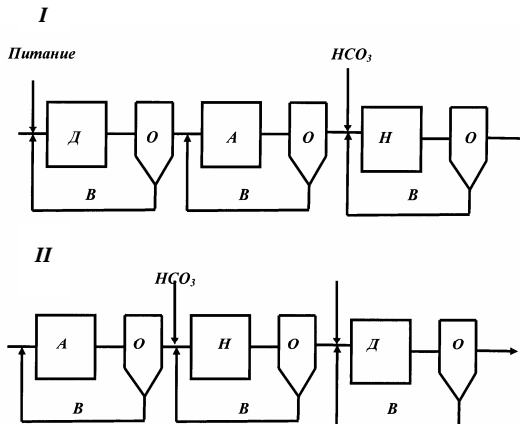


Схема удаления азота с различным расположением денитрификационных зон:
 I – с денитрификатором в начале процесса; II – с денитрификатором в конце процесса;
 А – аэротенк; Н – зона нитрификации; Д – зона денитрификации; О – отстойник;
 В – возвратный активный ил.

В комбинированных системах с использованием взвешенной культуры процессы очистки сточных вод от органических соединений, нитрификация и денитрификация осуществляются в одном сооружении смешанной популяцией микроорганизмов. В некоторых случаях, особенно при очистке концентрированных азотсодержащих сточных вод, комбинированную систему разделяют на две ступени очистки.

Одним из возможных методов очистки сточных вод от азота является очистка в биологических прудах с массовым развитием водорослей. В результате жизнедеятельности зеленых водорослей в прудах осуществляется непосредственное потребление соединений азота из сточных вод, а также значительное снижение концентраций других остаточных загрязнений.

Введение в биологических прудах искусственной аэрации позволяет не только существенным образом повысить производительность этих сооружений, но и обеспечить в течение всего года стабильность качества очищенных вод и практически исключить влияние климатических условий на процессы очистки [2].

Для очистки сточных вод от азотистых соединений с применением прикрепленной культуры ила используют фильтры с движением воды относительно неподвижного материала загрузки, а также с движением загрузки относительно воды [3].

На практике также применяются физико-химические методы удаления азота.

- Хлорирование сточных вод в соотношении 8:1 или 10:1 при pH 6,5-7,5 может дать 95%-ное удаление аммиака, но недостаток чрезмерного хлорирования состоит в том, что почти весь вводимый хлор восстанавливается в ионы хлорида, что приводит к повышению концентрации растворенных солей в очищенной сточной воде.

- Применение полупроницаемых мембран при обратном осмосе позволяет достигать эффекта очистки от азотсодержащих соединений до 98,5%. Но процесс, основанный на свободном пропуске молекул растворителя при фильтровании сквозь мембрану и задержке молекул или ионов растворенных веществ, требует тщательной предварительной очистки и умягчения воды.

- Применение озонирования целесообразно лишь в случаях перехода аммонийного азота в нитратную форму. Аммиак полностью окисляется в нитрат, в результате устраняется расход кислорода на окисление азота в отходах. Эффективного удаления аммиака можно достичь только при поддержании щелочной среды.

- Метод отдувки основан на отдувке аммиака из раствора воздухом при pH = 11. Простота этого метода делает его наиболее дешевым

методом удаления азота в тех случаях, когда предварительно удаляется фосфор путем обработки сточной воды известью. Таким образом, с помощью воздушной отдувки можно добиться 95%-ного удаления аммиака. Но при отдувке воздухом возникают следующие проблемы:

- на загрузке башен образуются отложения карбоната кальция, которые необходимо часто удалять промывкой кислотами или механической очисткой;
- зимой в башне образуется лед;
- аммиак хорошо растворяется при низких температурах, что снижает эффективность его удаления;
- нитратный азот, образующийся в процессе очистки, не подлежит отдувке.

- В отличие от процесса отгонки аммиака, эффективность процесса ионообмена не зависит от температуры сточных вод, поступающих на очистку. К тому же эффективность удаления аммиака при ионном обмене значительно выше, и он применяется, когда необходимо обеспечить очень низкую концентрацию азота в воде после очистки. Для обеспечения экономичности процесса ионного обмена необходимо применять материалы, обладающие высокой избирательной способностью по отношению к неорганическому азоту.

- Электрохимический метод основан на электролизе морской воды, в результате которого выделяющаяся гидроокись магния вступает в реакцию с содержащимися в сточных водах ионами фосфора и аммиаком с образованием нерастворимой комплексной соли. Одновременно из-за выделения на аноде Cl_2 происходит обеззараживание сточных вод и частичное окисление органических загрязнений. Установлено, что наиболее эффективная и стабильная очистка с удалением 80-85% аммонийного азота и до 90% ортофосфатов достигается при добавлении в обрабатываемую сточную воду 20% морской воды [2].

Фосфаты из сточных вод удаляются химическими, физико-химическими и биологическим (за счет модификации биологического процесса включением фосфора в клеточное вещество) методами.

При адсорбционном методе фосфор поглощается поверхностью сорбента, который может быть приготовлен из гранулированного оксида алюминия активированным оксидом алюминия и сульфатом алюминия.

При обработке сточных вод магнитным полем фосфаты связывают реагентом в нерастворимые соединения, после чего вводят магнитный материал и воздействуют магнитным полем, в результате чего выделяется фосфатосодержащий осадок.

При осуществлении электро-коагуляционно-флотационного мето-

да используются алюминиевые и железные электроды.

Метод кристаллизации основан на выращивании кристаллов фосфатов в сточных водах на центрах кристаллизации с последующим удалением их из системы. Кристаллизация осуществляется на фильтрах или во взвешенном слое.

При использовании химических методов обработки сточных вод ионы реагента взаимодействуют с растворимыми солями ортофосфорной кислоты, вследствие чего происходит образование мелкодисперсного коллоидного осадка фосфата. В то же время химический реагент реагирует со щелочами, содержащимися в воде, образуя осадок из крупных хлопьев. Этот осадок вызывает коагуляцию мелкодисперсного коллоидного осадка фосфата и взвешенных веществ, а также адсорбирует некоторую часть органических соединений, содержащих фосфор, далее этот осадок выводится из системы.

Удаление фосфора химическими и физико-химическими способами в настоящее время ограничено. Эти методы имеют ряд недостатков: высокая стоимость реагентов, необходимых для реализации этих методов; вторичные загрязнения, образующиеся после применения коагулянта.

На современном этапе наибольшее распространение получает биологический метод удаления фосфора. Но в большинстве случаев не удается добиться стабильного удаления фосфатов из сточной жидкости до нормативных требований ПДК водоемов рыбохозяйственного значения, так как не обеспечивается правильное проведение процесса.

Основным методом биологического изъятия фосфора является метод с анаэробной обработкой возвратного рециркулирующего активного ила. Применение такой технологии позволяет извлекать фосфаты с эффективностью примерно 90%. В данной системе удаление фосфора происходит с избыточным илом и иловой водой, образующейся в сооружении для анаэробной обработки ила.

При использовании поочередной аэробной и анаэробной обработки смеси сточной жидкости и активного ила эффект изъятия соединений фосфора достигает 70%.

Сегодня на практике применяются различные схемы, сочетающие биологический процесс и химическое осаждение. Такое совмещение процессов позволяет добиться более высокого качества очищаемой воды, чем при применении одного из них.

1.Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: БАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.

2.Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 702 с.

3.Саблій Л.А., Кононцев С.В. Глибоке біологічне очищення стічних вод // Вісник РДТУ: 36. наук. праць. Вип. 3(16). – Рівне, 2002. – 365 с.

Получено 26.09.2006

УДК 628.16

В.А.АНДРОНОВ, канд. техн. наук

Університет цивільного захисту України, м.Харків

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ СИСТЕМИ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ

Розглядаються основні методи очищення промислових стічних вод за допомогою фізичних і хімічних методів очистки, способи запобігання відкладень та їх ефективність.

У країнах СНД, Україні, а також в Росії мають місце істотні недоліки в організації, керуванні та технічному стані водного господарства як окремих регіонів, міст, населених пунктів, так і промислових підприємств. Особливо важке становище в маловодних регіонах України, наприклад, у південних районах країни, Донбасі та ін.

Сьогодні підприємства України скидають у водні об'єкти понад 2 млрд. м³/рік неочищених і недостатньо очищених стічних вод, що викликає погіршення екологічного стану навколишнього середовища. Найнебезпечнішим з екологічної точки зору є хімічно забруднені стічні води коксохімічних, металургійних і машинобудівних підприємств.

Існуючі системи оборотного водопостачання працюють з продувкою, що становить 10% від витрати циркулюючої в системах води. Багатьма країнами (включаючи Україну) розроблено, а в ряді випадків і впроваджено, локальні системи очищення хімічно забруднених стічних вод. Дотепер ще не створені замкнуті системи водопостачання екологічно небезпечних виробництв.

Виходячи з вищесказаного, наукове обґрунтування й розробка екологічно безпечних систем водопостачання виробництв, що включають скидання забруднених стічних вод у водні об'єкти, є актуальною і своєчасною проблемою.

Встановлено, що очищені стічні води в більшості випадків не можуть бути використані як оборотні, тому що містять ряд хімічних сполук (ціаніди, роданіди, феноли, масла та ін.) у неприпустимих за існуючими нормами для оборотних вод концентраціях. Крім того було встановлено, що практично всі очищені води мають високі солевміст, гідрокарбонатну твердість, лужність, високий вміст іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , що сприяє утворенню корозії і щільних сольових відкладень в оборотних системах [1].

При дослідженні ефективності фізичних методів розглядався